



22.09.2009

1 OF 1 HITS, 1 PAGES
HIT: 1, 0 OF 0 selected

© Thomson Scientific Ltd. DWPI

Accession Number

1996-222031

Title Derwent

Corrosion and oxidn. protective layer - comprises ceramic coating with metal alloy adhesive layer e.g. cobalt@ and/or nickel@-chromium@-aluminium@ and yttrium and/or similar metal

Abstract Derwent

Unstructured: A corrosion and oxidn. protective layer consist of a ceramic material attached to the substrate by a metal alloy adhesive layer consisting of in wt.% 1-20 Re, 15-35 Cr; 7-18 Al, 0.3-2 Y and/or at least one from Sc and rare earth elements, 0-3 Si, 0-5 Hf, 0-5 Ta, 0-2 Zr, 0-12 W, 0-10 Mn, 0-4 Nb, balance Co and/or Ni. For protecting guide blades, moving blades or thermal shields. The ceramic face can be exposed to much higher temps. compared with purely metal layers without exposing the protected parts to increased thermal stress.

Assignee Derwent + PACO

SIEMENS AG SIEI-S

Assignee Original

Siemens Aktiengesellschaft

Inventor Derwent

CZECH N

SCHMITZ F

Patent Family Information

WO1996012049-A1	1996-04-25	EP786017-A1	1997-07-30
JP10507230-W	1998-07-14	KR97706417-A	1997-11-03
EP786017-B1	1999-03-24	DE59505454-G	1999-04-29
US5993980-A	1999-11-30	RU2147624-C1	2000-04-20
JP3370676-B2	2003-01-27	KR354411-B	2002-11-18

First Publication Date 1996-04-25

Priority Information

EP000116247 1994-10-14

Derwent Class

L02 M13 Q51 Q52

Manual Code

L02-J01E	M13-F02	M14-K
M26-B08	M26-B08A	M26-B08C
M26-B08X		

International Patent Classification (IPC)

IPC Symbol	IPC Rev.	Class Level	IPC Scope
C23C-0028/00	2006-01-01	I	C
C23C-0030/00	2006-01-01	I	C
C23C-0004/02	2006-01-01	I	C
C23C-0004/06	2006-01-01	I	C
F01D-0005/28	2006-01-01	I	C
F02C-0007/00	2006-01-01	I	C

C23C-0028/00	2006-01-01	I	A
C23C-0030/00	2006-01-01	I	A
C23C-0004/02	2006-01-01	I	A
C23C-0004/06	2006-01-01	I	A
F01D-0005/28	2006-01-01	I	A
F02C-0007/00	2006-01-01	I	A
C23C-0030/00	-		
C23C-0004/02	-		

- No drawing available -



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 147 624** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **C 23 C 30/00, 4/04, 14/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97108289/02, 04.10.1995
(24) Дата начала действия патента: 04.10.1995
(30) Приоритет: 14.10.1994 EP 94116247.1
(46) Дата публикации: 20.04.2000
(56) Ссылки: EP 0207874 A, 07.01.1987. WO 89/07159 A, 10.08.1989. WO 93/24672 A1, 09.12.1993. EP 0266293 A3, 25.05.1991. EP 0241807 A2, 21.10.1987. EP 0282836 A2, 21.09.1989. EP 0532150 A1, 17.03.1993. GB 2238349 A, 25.05.1991. RU 2021389 C1, 15.10.1994.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 14.05.1997
(86) Заявка РСТ: EP 95/03919 (04.10.1995)
(87) Публикация РСТ: WO 96/12049 (25.04.1996)
(98) Адрес для переписки: 103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2, Союзпатент, Ивановой О.Ф.

(71) Заявитель:
Сименс АГ (DE)
(72) Изобретатель: Шмитц Фридрих (DE),
Чех Норберт (DE)
(73) Патентообладатель:
Сименс АГ (DE)

(54) ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДЕТАЛИ ОТ КОРРОЗИИ, ОКИСЛЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕГРУЗКИ, А ТАКЖЕ СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для защиты деталей газовых турбин. Слой содержит теплоизоляционный слой из керамического материала и адгезионный слой из содержащего рений металлического сплава. Металлический сплав относится к сплавам типа $M\text{CrAlY}$, где М - кобальт и/или

никель, а Y - иттрий и/или, по меньшей мере, один эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы. Изобретение направлено на получение покрытий с высокой стойкостью к окислению и коррозии и термическим нагрузкам. 3 с. и 7 з.п.ф-лы.

RU 2 147 624 C1

RU 2 147 624 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 147 624** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **C 23 C 30/00, 4/04, 14/06**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97108289/02, 04.10.1995
(24) Effective date for property rights: 04.10.1995
(30) Priority: 14.10.1994 EP 94116247.1
(46) Date of publication: 20.04.2000
(85) Commencement of national phase: 14.05.1997
(86) PCT application:
EP 95/03919 (04.10.1995)
(87) PCT publication:
WO 96/12049 (25.04.1996)
(98) Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2,
Sojuzpatent, Ivanovoj O.F.

(71) Applicant:
Simens AG (DE)
(72) Inventor: Shmitts Fridkhel'm (DE),
Chekh Norbert (DE)
(73) Proprietor:
Simens AG (DE)

(54) PROTECTIVE LAYER FOR PROTECTING PART AGAINST CORROSION, OXIDATION, AND THERMAL OVERLOADING, AND METHOD OF PREPARATION THEREOF

(57) Abstract:

FIELD: protective coatings. SUBSTANCE: protective layer, in particular, for protection of gas turbine parts, contains ceramic insulation layer and adhesive layer of rhenium-containing metal alloy defined by

general formula $MCrAlY$ wherein M is cobalt and/or nickel and Y yttrium and/or at least one equivalent metal selected from scandium and rare-earth metals. EFFECT: increased oxidation, corrosion, and temperature resistance. 10 cl

RU 2 147 624 C1

RU 2 147 624 C1

Изобретение относится к многослойному защитному слою для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре, а также от термической перегрузки, к способу покрытия детали многослойным защитным слоем, а также к покрытой многослойным защитным слоем детали, в частности, детали газовой турбины.

Из EP 0 266 299 A2 следует металлический предмет, в частности, лопатка газовой турбины, с защитным слоем для защиты металлического предмета при повышенной температуре. Защитный слой содержит керамический теплоизоляционный слой из окиси циркония с добавкой окиси иттрия и соединяющий теплоизоляционный слой с металлическим предметом адгезионный слой из сплава, который составлен из следующих весовых долей: 15 - 40% кобальта, 10 - 40% хрома, 6 - 15% алюминия, 0 - 2% гафния, 0 - 7% кремния, 0,01 - 0,1% иттрия, остаток - никель. Адгезионный слой и теплоизоляционный слой могут наноситься на металлический предмет за счет атмосферного плазменного распыления.

Металлические защитные слои для металлических деталей, в частности, деталей газовой турбины, которые должны повышать их коррозионную стойкость и/или стойкость к окислению, известны в уровне техники. Для стационарных газовых турбин с температурами материала порядка 950 °C и для газовых турбин в авиационных двигателях с входными температурами порядка 1100 °C было достигнуто воздействующее на термодинамический коэффициент полезного действия повышение входной температуры за счет применения специально разработанных сплавов в качестве основных материалов для подвергаемых высокой термической нагрузке деталей, как например, направляющих лопаток и рабочих лопаток. В частности, за счет применения монокристаллических суперсплавов для этих деталей могут приниматься во внимание температуры, значительно превышающие 1000 °C. Наряду с термомеханическими нагрузками такая деталь также подвержена химическому воздействию, например, дымовым газом с температурой выше 1300 °C. Для достаточной стойкости относительно такого воздействия деталь обычно покрыта металлическим защитным слоем. Защитный слой должен иметь достаточно хорошие механические характеристики. В частности, относительно механического взаимодействия между защитным слоем и основным материалом детали защитный слой должен быть достаточно пластичным, чтобы иметь возможность следовать за деформациями основного материала; он должен также, по возможности, быть мало подверженным растрескиванию, чтобы исключить коррозию и окисление основного материала.

Множество защитных слоев известно под сборным понятием MCrAlY, причем M означает, по меньшей мере, один из элементов из группы, содержащей железо, кобальт и никель, а другими существенными составляющими являются хром, алюминий и иттрий или эквивалентный ему металл из группы, охватывающей скандий и редкоземельные элементы.

Такой сплав, который находит применение в способе для улучшения стойкости к окислению покрытой защитным слоем детали из суперсплава, описан в патенте США 4,451,299. Защитный слой содержит 15 - 45% хрома, 7 - 20% алюминия, а также 0,1 - 5% иттрия (данные соответственно в весовых процентах). Иттрий может быть заменен лантаном или церием. Кроме того защитный слой содержит факультативно примесь других элементов из группы, содержащей платину, рений, кремний, тантал и магний до 10%. В какой степени добавка одного из этих факультативных элементов способствует улучшению стойкости к окислению суперсплава, из патента США не следует.

Мало специфицированные широкие диапазоны возможных примесей не дают оценки качества защитного слоя для особых условий, например, в стационарной газовой турбине с высокой входной температурой, когда она кроме режима полной нагрузки эксплуатируется также в режиме частичной нагрузки на протяжении длительного времени. Защитный слой, который должен улучшать коррозионные и окислительные характеристики в диапазоне температур поверхностей от 600 до 1150 °C, описан в EP 0 412 397 A1. Защитный слой наряду с 22 - 50% хрома, 0 - 15% алюминия, 0,3 - 2% иттрия или другого элемента из группы редкоземельных элементов содержит составляющую рения от 1 до 20%. Влияние рения в связи с улучшением при коррозионных или окислительных воздействиях является подобным положительным влияниям платины. Вследствие хорошей теплопроводности металлического защитного слоя покрытая защитным слоем деталь подвергается почти такой же термической нагрузке, что и сам защитный слой.

В WO 89/07159 A1 описан двухслойный металлический защитный слой из двух различных сплавов. Лежащий снаружи сплав подпадает под сборное понятие MCrAlY и содержит (данные в весовых процентах) 15 - 40% хрома, 3 - 15% алюминия, а также 0,2 - 3%, по меньшей мере, одного элемента из группы, охватывающей иттрий, тантал, гафний, скандий, цирконий, ниобий, рений и кремний. Этот сплав со своей стороны, предпочтительно, в частности, на охлаждаемой изнутри детали, для защиты от особенно высоких температур покрыт термобарьерным слоем. Термобарьерный слой может представлять собой окись циркония с добавкой окиси иттрия. Чтобы избежать возможного отслоения термобарьерного слоя от сплава, предусмотрено окисление сплава перед нанесением термобарьерного слоя.

В EP 0 532 150 A1 указана покрытая защитным слоем деталь из суперсплава, например, лопатка турбины. Защитный слой содержит наряду с хромом и алюминием в качестве необходимого элемента, по меньшей мере, 2% (данные в весовых процентах) тантала. Факультативно защитный слой содержит иттрий до 1% и рений до 4%. Для защитного слоя из такого сплава в EP 0 532 150 A1 рассматривается в качестве возможного покрытие из керамического термобарьера, не входя в подробности критического взаимодействия между сплавом и термобарьером при изменениях

температуры.

Патенты США 4,055,705; 4,321,310 и 4,321,311 касаются защитных слоев для компонентов газовых турбин из суперсплавов на основе никеля или кобальта. Согласно этим патентам защитный слой содержит керамический теплоизоляционный слой, который предпочтительно имеет стержневидную или столбчатую кристаллическую структуру и прилегает к адгезионному слою, который, со своей стороны, наложен на основной материал компоненты газовой турбины и связывает теплоизоляционный слой с основным материалом. Адгезионный слой состоит из сплава типа $MCrAlY$. Существенным является, что адгезионный слой между собой и теплоизоляционным слоем создает тонкую прослойку из окиси алюминия, к которой прикрепляется теплоизоляционный слой.

Патент США 5,087,477 представляет способ для нанесения керамического теплоизоляционного слоя на компоненту газовой турбины. Этот способ охватывает процесс физического осаждения из паровой фазы (physical vapour deposition, PDV), причем соединения, которые должны образовывать теплоизоляционный слой, испаряются электронным лучом и в окрестности компоненты создается атмосфера с определенным и тщательно контролируемым содержанием кислорода.

Задачей настоящего изобретения является указание защитного слоя, содержащего керамический теплоизоляционный слой и адгезионный слой типа $MCrAlY$, который имеет хорошую стойкость к коррозии и окислению при высокой температуре, который приспособлен к высокой термомеханической переменной и длительной нагрузке и гарантирует незначительную теплопередачу. Далее в основе изобретения лежит задача указать способ для покрытия детали защитным слоем.

Направленная на защитный слой задача решается согласно изобретения за счет защитного слоя для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре, а также от термической перегрузки, причем защитный слой содержит теплоизоляционный слой из керамического материала и соединяющий теплоизоляционный слой с деталью адгезионный слой из сплава следующего состава (данные в весовых процентах): 5 - 20% рений, 15 - 35% хром, 7 - 18% алюминий, 0,3 - 2% иттрий и/или, по меньшей мере, один эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы, 0 - 3% кремний, 0 - 5% гафний, 0 - 5% тантал, 0 - 2% цирконий, 0 - 12% вольфрам, 0 - 10% марганец, 0 - 4% ниобий и остаток из кобальта и/или никеля, а также технологически обусловленные загрязнения.

В связи с выгодными термомеханическими свойствами состава сплава дополнительные элементы (Si, Hf, Ta, Zr, W, Mn) не являются обязательно необходимыми, причем адгезионный слой является предпочтительно свободным от вольфрама, марганца и ниобия. Составляющая тантала лежит предпочтительно ниже 2%, в частности, ниже 1%.

За счет многослойного защитного слоя с

по меньшей мере одним теплоизоляционным слоем и по меньшей мере одним адгезионным слоем, через который теплоизоляционный слой соединен с деталью, достигается как защита детали от коррозии и окисления, так и тепловая изоляция относительно высокой температуры, имеющей место на внешней стороне теплоизоляционного слоя. По сравнению с чисто металлическим защитным слоем за счет этого становится возможным длительное использование детали, например, в газовой турбине, при значительно более высокой температуре окружающей среды. При этом по слою может устанавливаться разность температур до $100^{\circ}C$, возможно даже выше. В случае газовой турбины поэтому может быть повышена входная температура дымового газа. Таким образом улучшается термодинамический коэффициент полезного действия газовой турбины.

За счет добавки элемента рения к сплаву типа $MCrAlY$ долговременно улучшаются стойкость к коррозии и окислению, а также его термоусталостные характеристики. Вследствие небольшой скорости окисления такого сплава окисление адгезионного слоя, например, вследствие диффузии кислорода сквозь керамический теплоизоляционный слой, происходит только чрезвычайно медленно. Более того, неожиданным образом оказалось, что термоусталостные характеристики рений-содержащего сплава во взаимодействии с теплоизоляционным слоем существенно улучшены. Опасность отслаивания защитного слоя, в данном случае отделение теплоизоляционного слоя от адгезионного слоя, может наступить только после очень долгих времен применения. Срок службы детали, в частности, внутри газовой турбины, за счет этого долговременно увеличивается. Также появление трещин в адгезионном слое вследствие термоусталости, то есть за счет циклического изменения расширения вследствие изменений температуры также заметно уменьшается. Это справедливо даже для тех краевых областей защитного слоя, которые подвержены растрескиванию, в частности, вблизи отверстий охлаждающего воздуха в лопатках газовых турбин.

В зависимости от потребности защитный слой может быть выполнен из нескольких слоев. Это справедливо, как для теплоизоляционного слоя, так и для адгезионного слоя; оба могут соответственно состоять из нескольких слоев.

Предпочтительные низкие характеристики окисления рений-содержащего сплава проявляются, например, при изотермических температурных нагрузках в $950 - 1000^{\circ}C$ в промежутке времени до 5000 часов.

В случае сплава, который содержит 7 - 15% алюминия, 15 - 30% хрома и 5 - 10% рения, выгодные характеристики относительно стойкости к окислению и коррозии, а также термоусталости являются особенно явными. Доля хрома лежит предпочтительно между 23 и 28%.

Сплав с содержанием рения выше 5% проявляет заметно меньшую скорость окисления по сравнению со сплавами типа $MCrAlY$ без добавки рения, что приводит к образованию тонкого окисного слоя, как это показали, например, эксперименты при

циклической окислительной нагрузке при температурных изменениях между 300 °C и 1000°C. Тонкий окисный слой на граничной поверхности между адгезионным слоем и керамическим теплоизоляционным слоем приводит к уменьшению тянущих напряжений внутри керамического теплоизоляционного слоя, за счет чего на долгое время задерживается разрывание и отслаивание теплоизоляционного слоя.

Направленная на защитный слой задача решается согласно изобретения также за счет защитного слоя для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре и от термической перегрузки, который содержит теплоизоляционный слой из керамического материала и адгезионный слой из рений-содержащего сплава, причем сплав относится к группе сплавов, подпадающих под общее понятие $MCrAlY$, где М означает кобальт и/или никель, а Y - иттрий и/или по меньшей мере один эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы, и долю рения, по меньшей мере, 4%.

Предпочтительно теплоизоляционный слой содержит окись циркония (ZrO_2), которая вследствие своего относительно высокого и тем самым подобного металлу коэффициента расширения является особенно пригодной для теплоизоляционного покрытия адгезионного слоя. Для избежания мешающего при известных условиях фазового превращения окись циркония стабилизируют за счет добавки 5 - 20%, в частности, 6 - 8% окиси иттрия (Y_2O_3).

Согласно изобретения деталь, в частности, деталь газовой турбины, для защиты от коррозии и окисления при высокой температуре покрывают защитным слоем, который выполнен многослойным и состоит, по меньшей мере, из одного теплоизоляционного слоя из керамического материала и адгезионного слоя из рений-содержащего сплава типа $MCrAlY$. Адгезионный слой прочно связан с основным материалом детали и имеет хорошую физическую совместимость с этим основным материалом и малую склонность к диффузии. Теплоизоляционный слой нанесен на адгезионный слой и имеет предпочтительно согласованный с адгезионным слоем коэффициент термического расширения. За счет теплоизоляционного слоя деталь, по меньшей мере, частично термически изолирована относительно окружающей атмосферы. Прежде всего в случае детали в газовой турбине, нагруженной дымовым газом, который имеет температуру выше 950 °C, термическая нагрузка на деталь за счет этого значительно уменьшается. Защитный слой является особенно пригодным для защиты детали газовой турбины, в частности, направляющей лопатки, рабочей лопатки, теплозащитного экрана или другой компоненты, которая нагружается горячим газом.

В частности, в случае лопатки газовой турбины теплоизоляционный слой может иметь толщину от 50 до 300 мкм. В случае теплозащитного экрана газовой турбины или другой неподвижной компоненты толщина теплоизоляционного слоя составляет предпочтительно от 200 мкм до 3000 мкм.

Толщина адгезионного слоя составляет предпочтительно от 50 мкм до 300 мкм.

Направленная на способ покрытия детали задача решается согласно изобретения тем, что адгезионный слой наносят на деталь посредством термического распыления, в частности, вакуумного плазменного распыления (VPS), или физического осаждения из паровой фазы (PVD), и затем на адгезионный слой наносят теплоизоляционный слой посредством атмосферного плазменного распыления (APS) или физического осаждения из паровой фазы (PVD). В качестве способов физического осаждения из паровой фазы могут, например, использоваться напыление, катодное распыление и ионное плакирование. В зависимости от величины детали и области применения могут также использоваться другие способы нанесения покрытий для изготовления как адгезионного слоя, так и теплоизоляционного слоя.

Изобретение отличается многослойным защитным слоем для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре и от термической перегрузки. Защитный слой содержит, по меньшей мере, один теплоизоляционный слой из керамического материала и адгезионный слой из рений-содержащего металлического сплава. Металлический сплав относится к сплавам, подпадающим под общее понятие $MCrAlY$, причем М означает кобальт и/или никель, а Y - иттрий и/или по меньшей мере один эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы. Теплоизоляционный слой содержит окись циркония, предпочтительно стабилизированную окисью иттрия. За счет выгодных характеристик адгезионного слоя, например, малой скорости окисления, высокой стойкости относительно соединений серы и высокой механической стабильности при высоких температурах, в соединении с низкой теплопроводностью

теплоизоляционного слоя обеспечивается эффективная и стабильная защита детали от коррозии и окисления. За счет выдающихся термоусталостных характеристик адгезионного слоя, в частности, при содержании рения выше 4%, кроме того получается эффективное и долговечное соединение между керамическим теплоизоляционным слоем и металлическим адгезионным слоем. Защитный слой поэтому является особенно пригодным для покрытия детали газовой турбины, которая подвержена воздействию горячего дымового газа. Температуры на поверхности защитного слоя могут составлять от 950 °C до выше 1300°C. Для покрытия детали защитным слоем адгезионный слой наносят на деталь предпочтительно вакуумно-плазменным распылением или физическим осаждением из паровой фазы. На адгезионный слой затем наносят теплоизоляционный слой посредством атмосферного плазменного распыления или физического осаждения из паровой фазы.

Пример выполнения изобретения поясняется ниже.

Лопатку газовой турбины, полу для пропускания охлаждающего газа, отливают из материала IN792. Этот материал составлен из следующих весовых долей: 0,08% углерода,

12,5% хрома, 9,0% кобальта, 1,9% молибдена, 4,1% вольфрама, 4,1% тантала, 3,4% алюминия, 3,8% титана, 0,015% бора, 0,02% циркония, остаток никель, а также технологически обусловленные загрязнения в обычных долях. Эту лопатку газовой турбины защищают от коррозии, окисления и чрезмерной термической нагрузки следующим образом:

Вначале путем вакуумного плазменного напыления наносят металлический адгезионный слой с применением порошка сплава, который составлен из следующих весовых долей: 25 - 29% кобальта, 21 - 22% хрома, 7 - 8% алюминия, 0,5 - 0,7% иттрия, 0,3 - 0,7% кремния, 9,5 - 10,5% рения, остаток никель, а также технологически обусловленные загрязнения в обычных долях. При нанесении слоя за счет подходящего выбора зернистости порошка, а также режимных параметров способа распыления должна устанавливаться шероховатость максимально $R_z = 30$ мкм. Толщина адгезионного слоя может лежать снова между 50 мкм и 300 мкм. Затем производят термообработку покрытых слоем лопаток газовой турбины в течение двух часов при 1120°C и в вакууме. После этой термообработки, которая, как и в первом примере, служит для связывания адгезионного слоя с основным материалом лопаток газовой турбины за счет взаимодиффузии, путем скользящего шлифования, перед которым, при известных условиях, можно производить струйную обработку стеклянными шариками или песком, производят сглаживание адгезионного слоя до шероховатости максимально $R_a = 2$ мкм.

На подготовленную таким образом, снабженную слоем лопатку газовой турбины посредством электронно-лучевого испарения и физического осаждения из паровой фазы (EB-PVD) напыляют керамический теплоизоляционный слой. Состав теплоизоляционного слоя соответствует составу теплоизоляционного слоя в первом примере выполнения; он наносится вплоть до толщины между 125 мкм и 175 мкм. Процесс осаждения из паровой фазы следует вести так, чтобы теплоизоляционный слой рос в виде колончатых, то есть столбчатых или стержневидных кристаллитов. Отверстия или шлицы для охлаждающего воздуха не обязательно должны закрываться во время нанесения теплоизоляционного слоя; так же как в нормальном случае не требуется производить сглаживания теплоизоляционного слоя. В заключение готовую, снабженную покрытием лопатку газовой турбины подвергают новой термообработке; эту термообработку производят вначале в течение двух часов при температуре 1120°C в вакууме и затем несколько часов при температуре 845°C на воздухе.

Формула изобретения:

1. Защитный слой для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре, а также от термической

перегрузки, который содержит теплоизоляционный слой из керамического материала и соединяющий теплоизоляционный слой с деталью адгезионный слой из сплава следующего состава, вес. %:

Рений - 5 - 20

Хром - 15 - 35

Алюминий - 7 - 18

Иттрий и/или, по меньшей мере, один

эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы - 0,3 - 2

Кремний - 0 - 3

Гафний - 0 - 5

Тантал - 0 - 5

Цирконий - 0 - 2

Вольфрам - 0 - 12

Марганец - 0 - 10

Ниобий - 0 - 4

Кобальт и/или никель и технологически обусловленные загрязнения - Остальное

2. Защитный слой по п.1, содержащий, вес. %:

Алюминий - 7 - 15

Хром - 15 - 30

Рений - 5 - 11

3. Защитный слой для защиты детали от коррозии и окисления при высокой температуре, а также от термической перегрузки, который содержит теплоизоляционный слой из керамического материала и адгезионный слой из металлического сплава состава $MCoAlY$, где M означает кобальт и/или никель, Y - иттрий и/или, по меньшей мере, один эквивалентный металл из группы, содержащей скандий и редкоземельные элементы, и долю рения, по меньшей мере, 4 вес. %.

4. Защитный слой по любому из предыдущих пунктов, в котором теплоизоляционный слой содержит окись циркония (ZrO_2).

5. Защитный слой по п.4, в котором окись циркония стабилизирована 5 - 20, в частности 6 - 8 вес. % окиси иттрия (Y_2O_3).

6. Защитный слой по любому из предыдущих пунктов, нанесенный на детали газовой турбины, в частности рабочую лопатку, направляющую лопатку или теплозащитный экран.

7. Защитный слой по любому из предыдущих пунктов, в котором толщина теплозащитного слоя составляет 50 - 300 мкм.

8. Защитный слой по любому из пп.1 - 6, в котором толщина теплозащитного слоя составляет 200 - 3000 мкм.

9. Защитный слой по любому из предыдущих пунктов, в котором толщина адгезионного слоя составляет 50 - 300 мкм.

10. Способ покрытия детали защитным слоем по любому из пп.1 - 9, в котором адгезионный слой наносят посредством термического распыления или физического осаждения из паровой фазы (PVD), а теплоизоляционный слой наносят на адгезионный слой посредством атмосферного плазменного распыления (APS) или физического осаждения из паровой фазы (PVD).